

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-195961
(43)Date of publication of application : 10.07.2002

(51)Int.Cl. G01N 23/04
A61B 6/00
H04N 5/325
G21K 5/04
G21K 5/08
H01J 35/08
H01J 35/30

(21) Application number : 2000-391883

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22) Date of filing : 25.12.2000

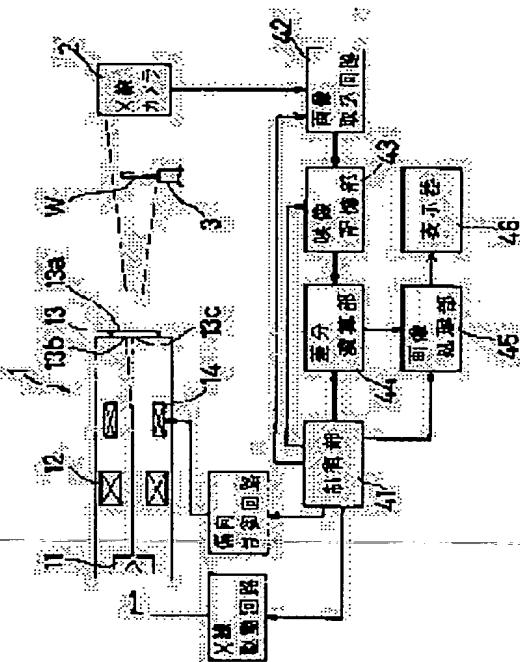
(72) Inventor : KAIMOTO AKIRA

(54) X-RAY IMAGE PICKUP APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an X-ray image pickup apparatus which can simply switch a spectrum of X-rays by using a single X-ray generating apparatus without replacement of the X-ray generating apparatus, visualize a differential image easier than a conventional apparatus, and substantially obtain the differential image in real time.

SOLUTION: A structure which comprises a plurality of target materials including different elements and closely disposed is used as a target for generating X-rays by irradiation of a convergent electron beam. A deflecting means for deflecting the electron beam is provided so as to selectively apply the electron beam to each target material. The X ray with the different spectrum can be generated by only deflecting the electron beam. The X ray generating apparatus does not need to be replaced. At the same time, time for switching the X ray can be significantly shortened.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 集束させた電子線をターゲットに照射してX線を発生させるX線発生手段を備えたX線撮像装置において、

上記ターゲットは、異なる元素を含む複数の材料を互いに接近させて並べた構造を有するとともに、そのターゲットの各材料に対して選択的に電子線が照射されるよう当該電子線を偏向させる偏向手段と、上記各材料に電子線を照射することにより発生する各X線を用いて得られる各X線透過像をそれぞれ記憶する映像記憶手段と、その映像記憶手段に記憶された複数の映像から差分の映像を演算する差分演算手段を備えていることによって特徴とするX線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、X線透視装置およびX線CT装置などのX線撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 試料のX線透過像を得るに当たって、試料に照射するX線のエネルギーを適当に選択することによって、特定の物質の透過像のみを画像化できることが知られている。

【0003】 また、2種類のスペクトルを持つX線をそれぞれ試料に照射して得られる各X線透過像の差分をとれば、スペクトルの差に応じたエネルギーのX線を照射したときに得られる透過像と等価な画像が得られることも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、互いに異なるスペクトルのX線を発生するためには、互いに異なる材質からなるターゲットに電子線を照射する必要がある。従って、試料に対して2種類のスペクトルを持つX線を照射してそれぞれの透過像を得るためには、互いに異なる材質からなるターゲットを備えた2種類のX線発生装置を用意しておき、各スペクトルのX線を照射するごとにX線発生装置を交換してX線を発生させる必要がある。これは大変な手間と労力がかかる作業であった。

【0005】 本発明の目的は、X線発生装置を交換することなく、1つのX線発生装置のままで簡単にX線のスペクトルを切り換えることができ、もって従来の装置に比して、特定の物質のX線透過像のみを容易に画像化することのできるX線撮像装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明のX線撮像装置は、集束させた電子線をターゲットに照射してX線を発生させるX線発生手段を備えたX線撮像装置において、上記ターゲットは、異なる元素を含む複数の材料を互いに接近させて並べた構造を有するとともに、そのターゲットの各材料に対して選択的に電子線が照射されるよう当該電子線を偏向させる偏

向手段と、上記各材料に電子線を照射することにより発生する各X線を用いて得られる各X線透過像をそれぞれ記憶する映像記憶手段と、その映像記憶手段に記憶された複数の映像から差分の映像を演算する差分演算手段を備えていることによって特徴づけられる。

【0007】 本発明は、1つのX線発生手段に互いに異なる元素を含む複数の材料からなるターゲットを配置するとともに、電子線を偏向させる手段を設けて、ターゲットの各材料に対して電子線を選択的に照射することによって複数種類のスペクトルのX線を発生させ、所期の目的を達成しようとするものである。

【0008】 すなわち、X線発生手段のターゲットとして、電子線の照射により互いに異なるスペクトルのX線を発生する複数の材料を互いに近接して配置したものを用いるとともに、電子線の偏向により各材料に電子線を照射できるようにすれば、1つのX線発生手段を用いて、電子線を偏向させるだけで互いに異なるスペクトルのX線を発生することが可能となる。このようにして発生させた各スペクトルのX線を用いて撮像した試料のX線透過像を映像記憶手段に個々に記憶し、その各透過像の差分を演算することにより、特定のエネルギーのX線透過像を得ることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の実施の形態の全体構成図で、X線光学系の構成を表す模式図と電気的構成を表すブロック図とを併記して示す図であり、図2はそのX線発生装置1内のターゲット13の構造を模式的に示す斜視図である。

【0010】 X線発生装置1はマイクロフォーカスX線管であり、電子銃11からの電子線を集束させる集束コイル12と、集束された電子線が照射されるターゲット13のほかに、集束後の電子線を偏向させる偏向コイル14を内蔵している。このX線発生装置1は、X線駆動回路5から供給される管電圧・管電流によって駆動制御される。

【0011】 ターゲット13は、下地13a上に2種類のターゲット材料からなるパターン13b、13cを互いに近接して形成したものであり、この例は、IC内部の銅配線を強調して映像化する場合のターゲットの構成例を示すものであり、下地13aとしてアルミニウム(A1)を用い、その表面に、製膜装置を用いてそれぞれストライプ状の銅(Cu)パターン13bとタンゲステン(W)パターン13cを形成している。各パターン13b、13cの線幅はそれぞれ2~5μmとし、相互の間隔も同寸法程度としている。

【0012】 偏向コイル14は、偏向制御回路6により駆動制御され、ターゲット13の銅パターン13bおよびタンゲステンパターン13cのうちのいずれか一方に50 対して選択的に電子線を導く。電子線は集束コイル12

によって $1\text{ }\mu\text{m}$ 程度にまで絞られるので、偏向コイル14の駆動によって電子線を銅パターン13bとタングステンパターン13cのいずれかにのみ照射することができる。電子線を銅パターン13bに照射すると、銅に固有のスペクトルを有するX線が発生し、また、タングステンパターン13cに電子線を照射した場合には、タングステンに固有のスペクトルを有するX線が発生する。なお、この偏向制御回路6および前記したX線駆動回路5は、後述する制御部41の制御下に置かれている。

【0013】X線発生装置1に対向してX線カメラ2が設けられている。また、これらのX線発生装置1とX線カメラ2の間には、透視すべき試料Wを保持または載置するための試料台3が配置されている。

【0014】X線カメラ2は、イメージインテンシファイアとCCDを組み合わせてなる公知の2次元X線カメラであり、その各画素出力は、制御部41の制御下にあるキャプチャーボードなどの画像取り込み回路42を介して映像記憶部43に格納される。この映像記憶部43では、複数のフレーム分の画像を個別に記憶することができ、制御部41からの指令に基づき、銅パターン13bに電子線を照射することにより発生したX線を用いて得た試料WのX線透過像と、タングステンパターン13cに電子線を照射することにより発生したX線を用いて得た同じ試料WのX線透過像をそれぞれ個別に記憶する。

【0015】差分演算部44は、制御部41からの指令に基づき、映像記憶部43に記憶されている上記した同じ試料Wの異なるX線による2種のX線透過像の、互いに対応する各画素の濃淡情報の差を算出して、画像処理部45に供給する。画像処理部45では、差分演算後の画素情報を用いて試料WのX線透過像を構築し、表示器46の画面上に表示する。

【0016】なお、以上の制御部41、画像取り込み回路42、映像記憶部43、差分演算部44、画像処理部45および表示器46は、実際にはコンピュータおよびその汎用的な周辺機器によって構成され、コンピュータにインストールされているプログラムにより上記した各種機能を実行するものである。

【0017】さて、以上の実施の形態を用いて、前記したようにIC内部の銅配線を強調したX線透過像を得る場合を例にとって、その作用を詳細に述べる。CuのX線吸収係数は、図3(A)に示す通りであって、そのK吸収端は8.99 keV(波長1.38 Å)である。また、Cuに対して電子線を照射することによって発生するX線のスペクトルは、同図(B)に示す通り、CuK α を主体とするものであって、このCuK α のエネルギーは8.05 keV(波長1.54 Å)で、CuのK吸収端よりも少し小さいエネルギーである。更に、Wに対して電子線を照射することによって発生するX線のスペクトルは、同図(C)に示す通りであって、CuのK吸収端

付近では連続的な強度を有している。

【0018】以上のことから、本発明の実施の形態によりIC内部の銅配線を強調したX線透過像を得るに当たっては、まず、例えば銅パターン13bに電子線を照射して発生したX線により試料Wの透過像を撮像し、映像記憶部43に格納する。このときに得られる像は、8.05 keVの透過像ということができる。次に、タングステンパターン13cに電子線を照射してX線により試料の透過像を撮像し、同じく映像記憶部43に格納する。このタングステンターゲット13cに電子線を照射して発生したX線は、前記のようにそのエネルギー分布はCuのK吸収端の付近において略フラットであるために、CuのK吸収端前後のエネルギーが混合された状態で試料Wに吸収される。

【0019】以上の2種類のX線の透過像が得られた後、2つの透過像を構成する各画素について、差分演算部44において互いに対応する画素どうしの濃淡情報の差分を演算し、画像処理部45によりその演算後の画素によって画像を構築して表示器46に表示すると、その画像はCuのK吸収端の影響が強調された画像、従ってIC内部の銅配線が強調された画像となる。

【0020】ここで、以上の実施の形態においては、ターゲット13として、下地13aの表面にCuとWの2種類のパターン13bおよび13cをそれぞれ1つずつ形成した例を示したが、図4に例示するように、銅パターン13bとタングステンパターン13cを複数組にわたり形成した方が、X線の発生点の調整の容易さや、寿命などの点を考慮した場合、各組のパターンを予備として用いることができるが故に、むしろ好ましい。また、ターゲットパターンはストライプ状だけでなく、点状であってもよい。

【0021】また、下地13aの材質については、特にアルミニウムに限定されるものではなく、任意の材質とすることができますが、この下地13aの材質としては、あまりX線を発生しない材料またはターゲット物質で発生したX線をあまり吸収しない材料とすることが望ましい。

【0022】更にまた、以上の実施の形態においては、銅配線を強調したX線透過像を得るために、ターゲット材料としてCuとWの2種類を設けた例を示したが、強調すべき材料のK吸収端に対応して、その少し小さいエネルギー位置にピークを有するX線を発生するターゲット材料と、それよりも大きいエネルギー位置にピークを有するX線を発生するターゲット材料とからなる、最適の2種類のターゲット材料を設けることが望ましい。また、一つのターゲット13に設けるターゲット材料は2種類に限らず、3種類以上として、そのなかから任意のものに対して電子線を照射し得るように構成してもよいことは勿論である。

【0023】そして、以上の実施の形態においては、X

線透視装置に本発明を適用した例を示したが、X線CT装置にも本発明を等しく適用することができる。この場合、X線光軸に直交する軸（図1においては鉛直方向の軸）の回りに試料Wを回転させる必要があるが、その回転軸の方向とターゲット材料を切り換える際の電子線の移動方向を合致させておくことが好ましい。これは、断層像を計算するときに、2種のX線の発生点が試料Wの回転軸に対して直交する方向にずれると分解能の点で原理的に望ましくなく、X線発生点が試料Wの回転軸に沿って移動する場合には、その影響が少なくなるからである。

【0024】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、X線管等のX線発生手段内に配置され、集束された電子線の照射によりX線を発生するターゲットに、互いに異なる元素を含む複数種類のターゲット材料を互いに近接は位置した構造のものを用いるとともに、その各ターゲット材料に対して選択的に電子線を照射する偏向手段を設けているので、X線発生手段を取り換えることなく照射X線のエネルギーを切り換えることが可能となり、手間をかけずに容易に注目する物質に対応したエネルギー差分像を得ることができる。

【0025】また、X線の切り換えは電子線を偏向させるだけで行われ、その切り換えに要する時間は極めて短時間であるため、差分像をほぼリアルタイムで得ることができ、例えば試料が経時的に変化するようなものであっても、その変化の様子をリアルタイムで差分像で見ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の全体構成図で、X線光学系の構成を表す模式図と電気的構成を表すブロック図と

を併記して示す図である。

【図2】図1におけるX線発生装置1内のターゲット13の構造を模式的に示す斜視図である。

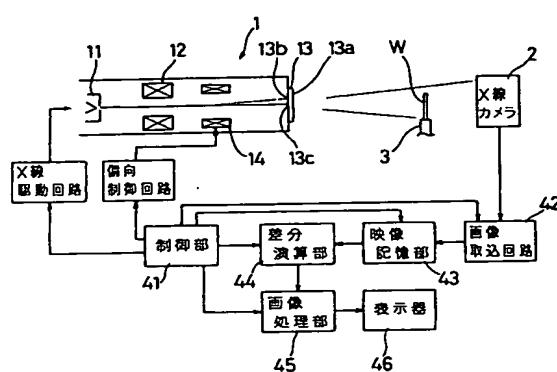
【図3】本発明の実施の形態の作用説明図で、(A)はCuの吸収係数を示すグラフで、(B)はCuに電子線を照射したときに発生するX線のスペクトルを示すグラフ、(C)はWに電子線を照射したときに発生するX線のスペクトルを示すグラフである。

【図4】本発明の他の実施の形態において用いられるターゲット13の構造を模式的に示す斜視図である。

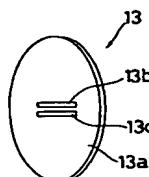
【符号の説明】

1	X線発生装置
1 1	電子銃
1 2	集束コイル
1 3	ターゲット
1 3 a	下地
1 3 b	銅パターン
1 3 c	タンゲステンパターン
1 4	偏向コイル
2	X線カメラ
3	試料台
4 1	制御部
4 2	画像取り込み回路
4 3	映像記憶部
4 4	差分演算部
4 5	画像処理部
4 6	表示器
5	X線駆動回路
6	偏向制御回路
30	W 試料

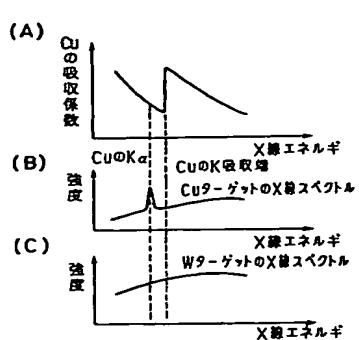
【図1】



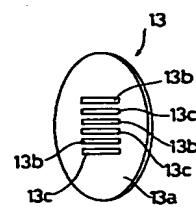
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

G 21 K 5/08

H 01 J 35/08

35/30

識別記号

F I
H 01 J 35/0835/30
A 61 B 6/00

マーク(参考)

F

C

350S